



21 世纪中等职业教育系列教材
中等职业教育系列教材编委会专家审定

铣工工艺与技能训练

主编 陈世民



北京邮电大学出版社
<http://www.buptpress.com>

中等职业教育系列教材
中等职业教育系列教材编委会专家审定

铣工工艺与技能训练

主 编 陈世民

副主编 王闽宏 姚志浩
杨 斌

北京邮电大学出版社
· 北 京 ·

图书在版编目(CIP)数据

铣工工艺与技能训练/陈世民主编. —北京:北京邮电大学出版社, 2008(2009. 8 重印)

ISBN 978 - 7 - 5635 - 1689 - 6

I. 铣… II. 陈… III. 铣削—教材 IV. TG54

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 024570 号

书 名 铣工工艺与技能训练

主 编 陈世民

责任编辑 周 堃 赵延玲

出版发行 北京邮电大学出版社

社 址 北京市海淀区西土城路 10 号 邮编 100876

经 销 各地新华书店

印 刷 北京市彩虹印刷有限责任公司

开 本 787 mm×960 mm 1/16

印 张 12

字 数 241 千字

版 次 2008 年 10 月第 1 版 2009 年 8 月第 2 次印刷

书 号 ISBN 978 - 7 - 5635 - 1689 - 6

定 价 18.00 元

如有印刷问题请与北京邮电大学出版社联系 电话:(010)82551166 (010)62283578

E-mail: publish@bupt. edu. cn

Http://www. buptpress. com

版权所有

侵权必究

出版说明

在科技飞速发展的今天,技能人才已经成为社会需要的紧缺人才,技能教育也成为现代化教育的重要组成部分。技能教育是加快提高劳动者素质,振兴我国经济的有效途径。中、高等职业教育是职业技术教育的一部分,并且在现代职业技术教育中占有的比例愈来愈大。为了适应技能教育的发展,提高学生的操作技能水平,培养“双证”型职业技术人才,我们编写了这本《铣工工艺与技能训练》教材,以便开展规范化的操作技能培训。

本教材以技能训练操作为主线,技能训练安排尽量接近初、中级铣工岗位的基本需求,由易到难、由简到繁,在书中辅以操作必需的铣工基本知识,是从事铣工岗位者的必备的技能培训教材。

本教材图文并茂,文字叙述通俗易懂,便于初学者理解、学习和掌握铣工岗位的基本操作和要求。

本教材技能训练中操作步骤具体、详尽,内容循序渐进,以操作准备、操作步骤和质量检验为基本板块,便于初学者自学和培训教学。同时,其内容与铣工职业技能鉴定教材的内容相衔接,有助于培训者在掌握本教材的基本技能和知识后,进一步提高铣工技能水平。

本书结构简洁、内容翔实,也可作为多工种技术培训的基础教材和技术工人实训指导用书。

本书由陈世民主编,王闽宏、姚志浩、杨斌参编,限于编者的水平,书中如有疏漏之处,请读者批评指正。

编 者

目 录

项目一 铣削基本知识	1
任务一 铣削加工介绍	1
任务二 铣削方式	2
任务三 铣床的分类	3
任务四 铣刀	5
任务五 安全生产知识	6
项目二 测量工具及其使用方法	7
任务一 测量工具	7
任务二 工具使用技能训练	8
项目三 平面与连接面加工	19
任务一 平面与连接面加工基础知识	19
任务二 平面铣削加工技能训练	24
任务三 在立式铣床上加工矩形工件技能训练	31
任务四 调整主轴角度铣削加工斜面技能训练	35
项目四 台阶、直角沟槽与特形沟槽加工	40
任务一 台阶、直角沟槽和特形沟槽加工专业知识	40
任务二 双台阶工件加工技能训练	48
任务三 直角沟槽、键槽加工技能训练	51
任务四 T形槽加工技能训练	62
任务五 V形槽加工技能训练	64
任务六 燕尾槽与燕尾块加工技能训练	68
项目五 回转工作台与分度头应用	73
任务一 回转工作台与分度头应用专业知识	73
任务二 简单分度法操作技能训练	77

任务三 回转工作台简单角度分度法操作技能训练	81
任务四 直齿条直线移距分度法操作技能训练	83
项目六 外花键加工工艺	85
任务一 外花键加工专业知识	85
任务二 大径定心外花键单刀铣削操作技能训练	89
项目七 平行孔系加工	95
任务一 平行孔系与椭圆孔加工必备专业知识	95
任务二 单孔加工技能训练	105
任务三 多孔加工技能训练	115
项目八 齿轮与齿条加工	121
任务一 圆柱齿轮与齿条加工必备专业知识	121
任务二 齿轮与齿条加工技能训练	134
项目九 成形面、螺旋面与凸轮加工	148
任务一 成形面、螺旋面与凸轮加工必备专业知识	148
任务二 柱状直线成形面加工技能训练	155
任务三 盘状直线成形面加工技能训练	160
附 录	167
铣工理论考核模拟试题	167

项目一 铣削基本知识

【学习目标】

1. 了解铣削加工内容及应用。
2. 了解铣床种类、性能与特点。
3. 了解铣刀的种类、材料、角度和标记等。
4. 了解铣床的润滑保养和安全操作知识。

任务一 铣削加工介绍

铣削是常见的切削加工方法之一。铣削时,铣刀旋转为主运动,工件或铣刀作进给运动。其进给方式分为:直线进给和回转进给。直线进给时,铣床可以加工圆柱表面、平面、各种沟槽和成形面;回转进给时,铣床可加工回转体表面;通过交换齿轮传动还可以加工螺旋面等。因此,与其他切削加工相比,铣削加工范围广,内容丰富,且许多加工内容其他加工方法无法取代的。此外,铣削加工的生产效率也较高,加工公差等级可达 IT9;表面粗糙度值也可达到 $Ra1.6\mu m$ 。所以铣削加工在现代机械制造业中占有重要的地位。

一、铣削运动

铣削时工件与铣刀的相对运动称为铣削运动,它包括主运动和进给运动。

主运动是形成机床切削速度或消耗主要动力的运动。铣削运动中,铣刀的旋转运动是主运动。

进给运动是使工件的切削层相继投入切削,从而加工出完整表面所需要的运动。进给运动包括断续进给和连续进给。

(1) 断续进给是指控制刀刃切入被切削层深度的进给运动,也称吃刀。

(2) 连续进给是指沿着所要形成的工件表面的进给运动,也称走刀。

另外,进给运动按运动方向可分为纵向进给、横向进给和垂向进给三种。

二、铣削用量

铣削用量是衡量铣削运动大小的参数。铣削用量包括四个要素,即铣削速度、进给量、铣削深度和铣削宽度。铣削时,合理地选择铣削用量,可以保证零件的加工精度与加工表面质量,提高生产效率和延长铣刀的使用寿命,降低生产成本。

铣削速度——铣刀切削刃上选定点相对于工件的主运动的瞬时速度,其单位为 m/min 。

进给量——指刀具在进给运动方向上相对工件的位移量。根据参照不同可分为:每齿进给量、每转进给量、进给速度。

铣削深度——铣削深度是指在平行于铣刀轴线方向上测得的切削层尺寸,单位为 mm 。

铣削宽度——铣削宽度是指在垂直于铣刀轴线方向上测得的切削层尺寸,单位为 mm 。

任务二 铣削方式

铣削方式有顺铣和逆铣两种,正确使用铣削方式是铣削加工的最基本技能。铣削方式对延长铣刀寿命、提高加工精度及合理地使用铣床都有着重要的意义。

一、周铣

圆周铣(简称周铣)是用分布在铣刀圆柱面上的刀刃来铣削零件的方法。

周铣的顺铣是指铣削时,在铣刀与工件的切削处,铣刀切削刃的旋转运动方向与工件进给方向相同时的铣削方式(图 1-1)。

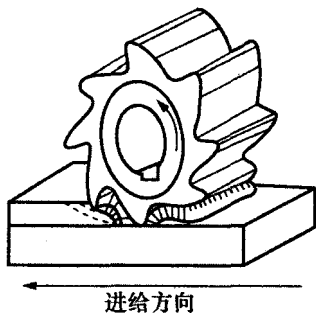


图 1-1 顺铣

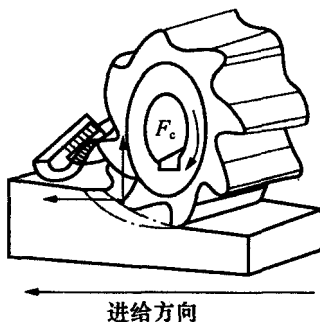


图 1-2 逆铣

周铣的逆铣是指铣削时,在铣刀与工件的切削处,铣刀切削刃的旋转运动方向与工件进给方向相反时的铣削方式(图 1-2)。

二、端铣

端铣是指用分布在铣刀端面上的刀刃来铣削零件的方法。

根据铣削时工件轴线与铣刀的对称关系可分为:对称铣削和不对称铣削两种。

对称铣削是铣削宽度对称于铣刀轴线的端铣方式。在铣削宽度上以铣刀轴线为界,铣刀先切入工件的一边称为切入边,铣刀切出工件的一边称为切出边。切入边为逆铣,切出边为顺铣。因横向分力较大,对窄长的工件易造成变形和弯曲,故对称铣削只在铣削宽度接近

铣刀直径时才采用这种铣削方法。

非对称铣削是铣削宽度不对称于铣刀轴线的端铣方式。其切入边与切出边所占的宽度比例不相等。非对称铣削分为非对称顺铣和非对称逆铣两种。

非对称顺铣:顺铣比例大于逆铣比例的端铣方式。

非对称逆铣:逆铣比例大于顺铣比例的端铣方式。

任务三 铣床的分类

铣床生产效率高,加工范围广,加工精度高,是目前机械制造业广泛采用的工作母机之一。虽然铣床有较长的发展历史,但因其具有很大的优越性,故现在仍然发展较快。铣床的种类很多,本部分将详细地介绍铣床各部件的名称、功用、技术参数、实际操作及安全技术等基础知识。

一、立式铣床(图 1-3)

立式铣床的主要特征是铣床主轴轴线与工作台台面垂直,可铣削平面、角度面、沟槽、曲线外形和凸轮等。由于工人在操作时观察、检查和调整都比较方便,故其生产效率要比卧式铣床高。

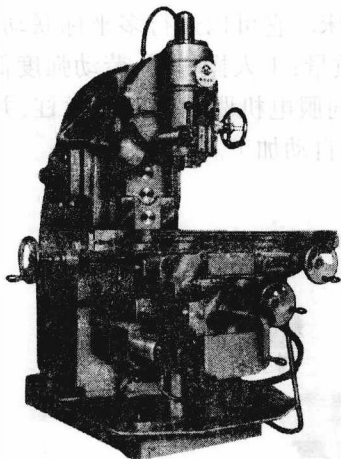


图 1-3 立式铣床

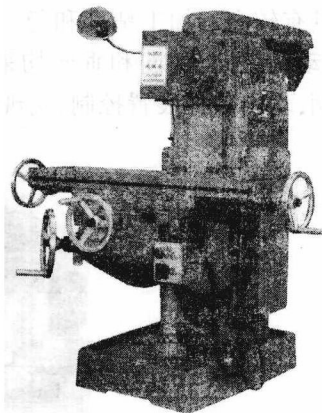


图 1-4 卧式铣床

二、卧式铣床(图 1-4)

卧式铣床的主要特征是铣床主轴轴线与工作台台面平行。铣削时,铣刀绕轴线作水平方向旋转,可铣削平面、沟槽、成形面和螺旋槽等。该机床具有结构可靠、性能良好、加工质

量稳定、操作灵活轻便、行程大、加工范围广、精度高、刚性好、通用性强等特点。

三、龙门镗铣床(图 1-5)

龙门镗铣床具有刚性强、效率高、操作方便、结构简单、性能全面等特点,适用于各种机械上的大、中型金属零件的水平平面、垂直平面或斜面沟槽的铣削。铣镗头除铣削外,还可进行镗孔和钻孔。工作台往复行程,由变频器进行无级调速,安全可靠,使用寿命长。

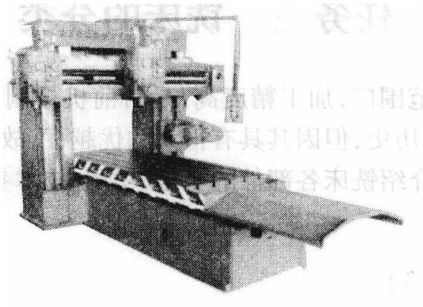


图 1-5 龙门镗铣床

四、数控铣床(图 1-6)

数控铣床是用数控装置控制的高效自动化机床。它可以进行多坐标联动,能加工形状复杂的零件;具有较高的加工精度和稳定的加工质量;工人操作时,劳动强度低。该机床的特点是进给运动的纵向、横向和垂向均采用交流伺服电机驱动的滚珠丝杠,并都为无级变速;无操纵手柄,均由数控装置控制,实现对工件的自动加工。

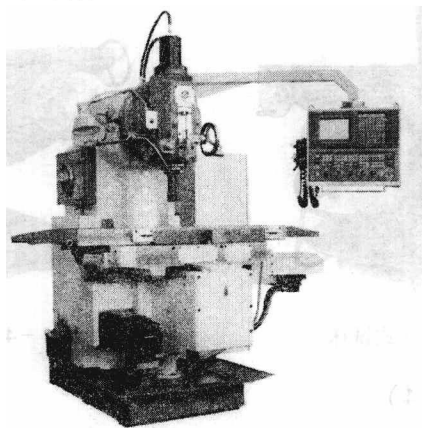


图 1-6 数控铣床

任务四 铣刀

铣刀形状有很多种,主要在普通铣床和数控铣床加工槽与直线轮廓、铣镗加工中心上加工型腔、型芯、曲面外形(轮廓)应用。按刀具作用大体上分为以下几种:

一、平头铣刀(图 1-7)

进行粗铣,去除大量毛坯,小面积水平平面或者轮廓精铣。

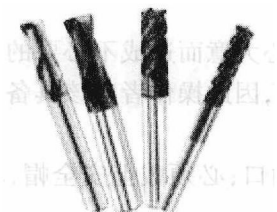


图 1-7 平头铣刀

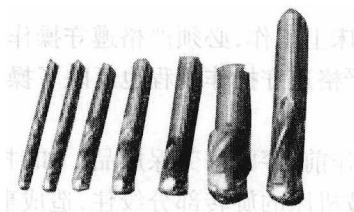


图 1-8 球头铣刀

二、球头铣刀(图 1-8)

进行曲面半精铣和精铣;小刀可以精铣陡峭面、直壁的小倒角。

三、T 形刀(图 1-9)

可铣 T 形槽。

四、倒角刀(图 1-10)

倒角刀外形与倒角形状相同,分为铣圆倒角和斜倒角的铣刀。

五、齿形刀(图 1-11)

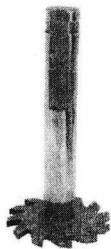


图 1-9 T 形刀

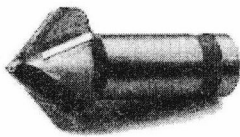


图 1-10 倒角刀

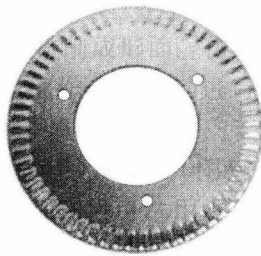


图 1-11 齿形刀

铣出各种齿型,比如齿轮。

铣刀常见有两种材料:高速钢和硬质合金。后者相对前者硬度高,切削力强,可提高转速和进给率,提高生产率,让刀不明显,并可以加工不锈钢、钛合金等难加工材料,但是成本较高,而且在切削力快速交变的情况下容易断刀。

铣刀发展很快。业内人所称的旋转类刀具只是整体硬质合金铣刀,其实,现在更多的铣刀应用在孔加工和型腔加工,这种铣刀大多是安装刀片的。

任务五 安全生产知识

在铣床上工作,必须严格遵守操作规程,防止因粗心大意而造成不必要的人身和设备事故,同时严格遵守操作规程也反映了操作者的综合素质,因此操作者应该具备以下安全生产知识:

1. 工作前,穿戴好劳保用品。如:扣好衣服,扎好袖口;必须戴上安全帽,不准戴手套工作,以免被机床的旋转部分绞住,造成事故。
2. 未了解机床的性能和未得到专业人员的许可,不得擅自开动机床。
3. 启动机床前必须检查机床各转动部分的润滑情况是否良好,各运动部件是否受到阻碍,防护装置是否完好,机床上及其周围是否堆放有碍安全的物件。
4. 装夹刀具及工件时必须停车,必须装夹得牢固可靠。
5. 机床运转时不得调整速度(扳动变速手柄),如需调整铣削速度,应停车后再调整。
6. 机床运转时,操作者不允许离开机床。
7. 注意铣刀转向及工作台运动方向,初学者一般只准使用逆铣法。
8. 切削用量要选择得当,不得随意更改。
9. 铣削齿轮用分度头分齿时,必须等铣刀完全离开工件后方可转动分度头手柄。
10. 工作中必须经常检查机床各部分的润滑情况,发现异常现象应立即停车并向实习指导教师报告。
11. 工作完毕应随手关闭机床电源,必须整理工具并做好机床的清洁工作。

项目二 测量工具及其使用方法

【学习目标】

1. 了解常用量具的名称、结构和特点。
2. 理解常用量具的刻线原理。
3. 掌握常用量具的正确使用方法。
4. 熟练运用量具对零件进行测量。

在加工零件过程中,为了保证加工零件的尺寸、形状和位置精度符合要求,必须掌握量具的使用方法,才能对加工的零件进行准确的测量。所以,学完本项目内容应重点掌握常用量具的正确使用方法。

任务一 测量工具

一般的测绘工作使用的量具可分为以下几类:

- (1) 简易量具:有塞尺、钢直尺、卷尺和卡钳等,用于测量精度要求不高的尺寸。
- (2) 游标量具:有游标卡尺、高度游标卡尺、深度游标卡尺、齿厚游标卡尺和公法线游标卡尺等,用于测量精密度要求较高的尺寸。
- (3) 千分量具:有内径千分尺、外径千分尺和深度千分尺等,用于测量高精度要求的尺寸。

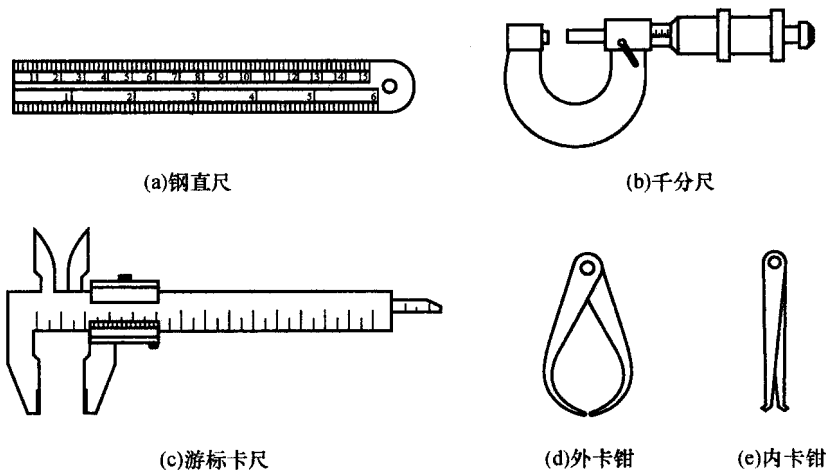


图 2-1 常用测量工具

(4) 平直度量具: 水平仪, 用于水平度测量。

(5) 角度量具: 有直角尺、角度尺和正弦尺等, 用于角度测量。

图 2-1 为几种常用的测量工具。本书仅简单介绍一下钢直尺、卡钳、游标卡尺和千分尺的使用方法。

任务二 工具使用技能训练

技能训练 1 钢直尺的使用

一、用钢直尺测量长度及深度

钢直尺是用不锈钢制成的一种直尺。钢直尺是常用量具中最基本的一种, 可用于简单的测量或划直线的导向工具。

钢直尺的尺边平直, 尺面有米制或英制的刻度(图 2-2), 用来测量工件的长度、宽度、高度和深度, 同时还可以对一些要求较低的工件表面进行平面度误差检查。

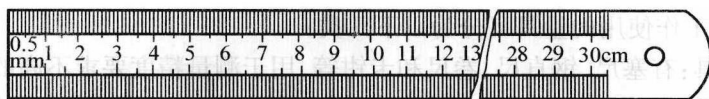
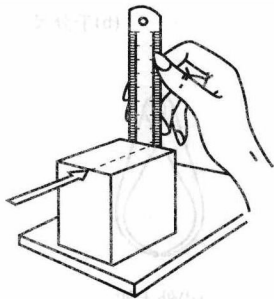


图 2-2 钢直尺

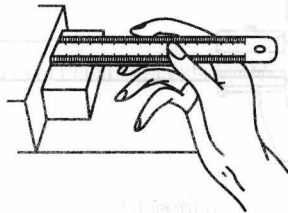
钢直尺的规格(测量范围)有 150mm、300mm、500mm 和 1000mm 四种。

1. 测量工件的长度

(1) 工件竖放在平面上测量(图 2-3(a))。测量时, 用一块大而平整的平铁(或放在工作台台面上), 将被测工件竖放在上面, 手拿钢直尺, 使尺的端面与平面基准面相贴合, 目光平视观看工件被测面读出钢直尺示数。



(a) 竖直测量长度



(b) 水平测量长度

图 2-3 钢直尺测量工件长度

(2) 测量水平放置工件(图 2-3(b))。测量时,将被测工件放在工作台面上,左手拿平铁靠在被测工件的另一面上,右手拿钢直尺将端面靠在平铁上,目光正视观看测量面读出钢直尺的示数。

2. 测量台阶深度和宽度

(1) 测量台阶深度(图 2-4(a))。测量时,将钢直尺竖放在台阶上,目光平视,读出钢直尺的示数,即为台阶的深度。

(2) 测量台阶的宽度(图 2-4(b))。测量时,将钢直尺水平放置,使钢直尺端面紧贴台阶侧面,目光平视读出钢直尺示数,即为台阶的宽度。

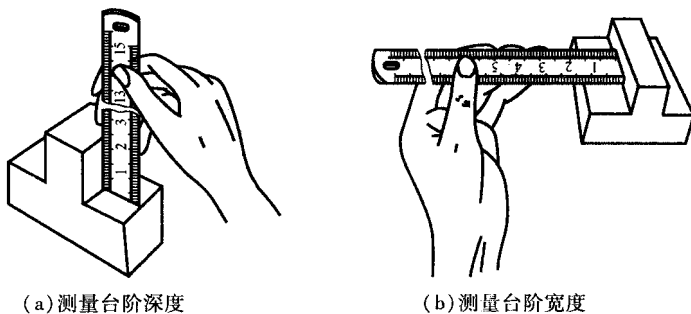


图 2-4 钢直尺测量台阶深度和宽度

二、钢直尺与卡钳配合测量

卡钳结构简单,使用方便,按用途不同,卡钳分为内卡钳和外卡钳两种(图 2-1)。内卡钳用于测量内部尺寸,外卡钳用于测量外部尺寸。

1. 外卡钳的使用

(1) 测量方法(图 2-5)

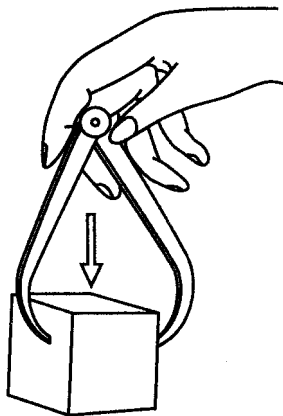
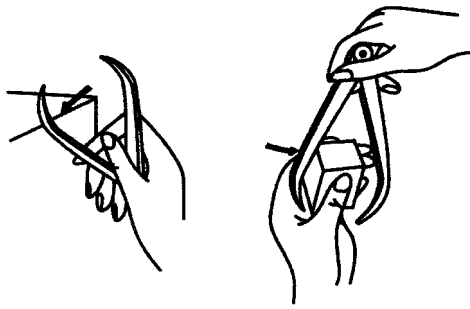


图 2-5 用外卡钳测量工件

- ①右手中指勾起卡钳,拇指与食指拿住卡钳两边。
- ②使卡钳口张开宽度大于被测工件尺寸,然后放入被测工件中,左手将卡钳口并拢使工件两测量面刚好接触。
- ③右手拿平卡钳,使两卡钳口与被测面平行,不加外力,靠卡钳的自重滑过被测表面。(卡钳与工件表面的接触程度,凭手感有轻微接触)。
- ④调整卡钳的松、紧。如果卡钳口与测量面接触太紧时就轻轻敲击卡钳内侧(图2-6(a)),太松时就轻轻敲击卡钳的外侧(图2-6(b))。



(a)调紧

(b)调松

图2-6 卡钳口接触松、紧的调整

(2)量取尺寸

将已经测量好的卡钳与钢直尺配合量取尺寸时,左手拿着钢直尺,无名指托住钢直尺的端边,右手拿卡钳把一个钳口靠在钢直尺的端边上,另一个钳口垂直对准刻线,目光正视图看读数(图2-7)。

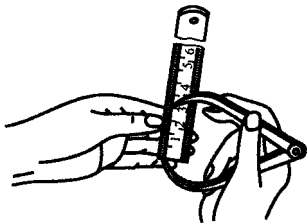


图2-7 钢直尺与外卡钳配合量取尺寸

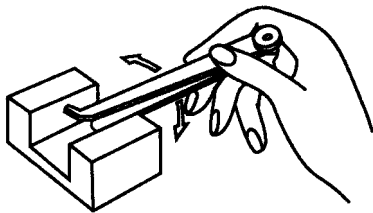


图2-8 用内卡钳测量工件沟槽

2. 内卡钳的使用(图2-8)

(1)测量沟槽的方法

- ①张开卡钳口略小于槽宽尺寸。
- ②右手拇指和食指捏住卡钳的销轴两侧。
- ③把一个钳口靠在槽的内表面上作为定位点。
- ④将另一个钳口在槽的另一侧做少量的摆动,找出最小点。

⑤调整内卡钳的松、紧。

(2) 量取尺寸

内卡钳与钢直尺配合量取尺寸,如图 2-9 所示。左手拿钢直尺,端边靠在基准处,右手拿内卡钳,把一个钳口垂直对准刻线,目光正视观看刻线读数。

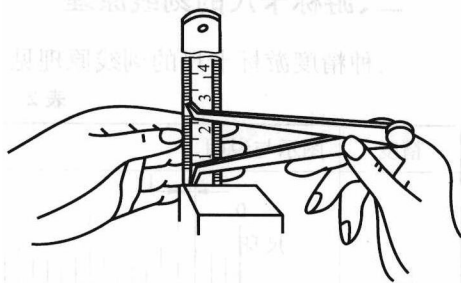


图 2-9 内卡钳与钢直尺配合量取尺寸

(3) 测量注意事项

①使用前应检查两钳口合拢的情况,侧面应在同一平面内,透光观看时两钳口光隙一致。使用完毕后应平放,不可乱放及压上杂物。

②卡钳、钢直尺配合量取尺寸时,目光应正视,当两钳口垂直时才能得到准确的读数。

③如果钢直尺端边角上有磨损,则量取尺寸时钳口应避开磨损的部位。

技能训练 2 游标卡尺的使用

游标卡尺是机械行业常用的量具之一,主要用来测量零件的长度、厚度、槽宽、外径、内径、深度和中心距等尺寸,应用非常广泛。游标卡尺按测量精度分为 0.10mm、0.05mm 和 0.02mm 三种。

一、游标卡尺的用途和构造

游标卡尺的结构如图 2-10 所示,主要由两部分组成,即可移动的游标部分和主尺部分组成。从背面看,游标是一个整体,游标与尺身之间有一弹簧片(图中未能画出),利用弹簧片的弹力使游标与尺身靠紧。游标上部有一紧固螺钉,可将游标固定在尺身上的任意位置。尺身和游标都有量爪,利用内测量爪可以测量槽的宽度和管的内径,利用外测量爪可以测量零件的厚度和管的外径。

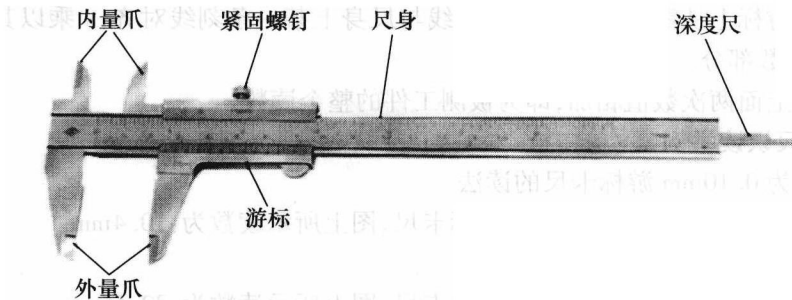


图 2-10 游标卡尺的结构图